



Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Schwachhöfer-Haus, 3. Stock
Peter Jordan-Straße 82, 1190 Wien

Tel: +43/ (0)1 47 654 -7300
E-Mail: iblb@boku.ac.at

Endbericht

über wissenschaftliche Untersuchungen auf
begrünten Flächen im Gebiet Meran 2000

Bearbeiter:

Dr. Graiss Wilhelm

Betreuer:

O.Univ.Prof.Dr. Florin Florineth

Wien, Dezember 2005



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Bautechnik und
Naturgefahren

Inhaltsverzeichnis:

1	<i>Einleitung und Ziel der Untersuchung</i>	2
2	<i>Untersuchungsmethoden</i>	5
2.1	Allgemeines	5
2.2	Frequenzanalyse	5
2.3	Deckungsgrad durch Abloten (1 m²)	6
2.4	Bodendichte (Lagerungsdichte)	7
3	<i>Ergebnisse - Meran 2000</i>	8
3.1	Frequenzanalyse der Weideflächen und der Kontrollflächen	8
3.2	Deckungsgrad	18
3.3	Bodendichte	21
4	<i>Literaturverzeichnis</i>	24
5	<i>Bildnachweis</i>	25

1 Einleitung und Ziel der Untersuchung

Im Erosionsgebiet Meran 2000 (Gemeinde Hafling) sind im Laufe der letzten Jahrzehnte umfangreiche Begrünungen von bodennackten Flächen durchgeführt worden. Die Ansaatmethode war die Bitumen-Strohdecksaat. Zum Schutz der Begrünungsflächen sind die entsprechenden Flächen mit einem 1,20 m hohen Maschendraht eingezäunt und der Viehbestand reduziert worden, damit die verbleibenden Weideflächen nicht stärker zertreten werden. Für die Ersatzweide und den Viehtransport in Weidegebiete anderer Gemeinden bezahlt der Sonderbetrieb für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung entsprechende Entschädigung an die betroffenen Bauern. Je nach Steilheit, Meereshöhe und Zustand der Begrünungen werden Abschnitte nun wieder allmählich für eine leichte und zeitlich beschränkte Beweidung freigegeben.

Um die Auswirkungen dieser Beweidung kennen zu lernen, wurde das Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau der Universität für Bodenkultur in Wien vom Sonderbetrieb für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung in Südtirol beauftragt, entsprechende Untersuchungen der Vegetation und des Bodens durchzuführen. Dazu sind im Erosionsgebiet Meran 2000 5 Kontrollflächen mit einer Größe von 4 x 4 m eingezäunt worden.

Die betreffenden Begrünungen wurden am inneren Kuhleitengraben / Meran 2000 im Jahre 1996 ausgeführt. Als Saatgutmischung wurden folgende Komponenten mit einer Saatstärke von 25 g/m² verwendet (BOSCOLO, 2005):

Art	Gewichtsprozent
Festuca nigrescens	50
Festuca rubra agg.	7
Poa alpina	25
Avenella flexuosa	5
Deschampsia cespitosa	2
Trifolium hybridum	4
Lotus corniculatus	2
Achillea millefolium	5

Die Auszäunung und Errichtung der Kontrollflächen erfolgte am inneren Kuhleitengraben Anfang Juli 2003 (7 Jahre nach der Begrünung). Die Meereshöhe des Standortes liegt auf ca. 2000 m ü M.



Bild 1: Übersicht über den Inneren Kuhleitengraben im Jahre 1996 (Meran 2000, Südtirol)



Bild 2: Übersicht über den Inneren Kuhleitengraben im Jahre 2005 mit den 5 eingezäunten Kontrollflächen (Meran 2000, Südtirol)

Kontrollfläche 1

Neigung: 28°
Exposition: ONO

Weidefläche 1
1,5m unterhalb der
Auszäunung

Kontrollfläche 2

Neigung: 45°
Exposition: N

Weidefläche 2
1,5m unterhalb der
Auszäunung

Kontrollfläche 3

Neigung: 28°
Exposition: ONO

Weidefläche 3
2m unterhalb der
Auszäunung

Kontrollfläche 4

Neigung: 30°
Exposition: N

Weidefläche 4
1,5m unterhalb der
Auszäunung

Weidefläche 5
2m oberhalb der
Auszäunung

Kontrollfläche 5

Neigung: 28°
Exposition: ONO

Abbildung 1: Skizze der eingezäunten Kontrollflächen (Innen) mit der Beschreibung der Lage der beweideten Flächen (Außen) auf Meran 2000

2 Untersuchungsmethoden

2.1 Allgemeines

Durch die vorliegenden Untersuchungen wird die Entwicklung des Deckungsgrades mit Abloten und die Bestandskontrolle der Vegetation mit der Frequenzanalyse auf beweideten und unbeweideten Flächen beobachtet und zwar auf 10 Flächen im Erosionsgebiet Meran 2000.

Zusätzlich wird die Bodendichte auf den Versuchsflächen bestimmt. Aus zwei unterschiedlichen Tiefen werden Proben gezogen und das Material zur genauen Untersuchung ins Labor gebracht.

2.2 Frequenzanalyse

Eine objektive Methode zum Bestimmen der Artmächtigkeit ist die Frequenzanalyse. Frequenz ist das Maß für die Verteilung der Individuen einer Art auf einer bestimmten Fläche (in unseren Fall 1 m²). Zur Bestimmung werden in einem homogenen Bestand Kleinquadrate definierter Größe und Anzahl systematisch verteilt. Für jede Teilfläche wird eine Artenliste aufgenommen. Die Frequenz einer Art ist die Zahl ihrer Vorkommen im gesamten Frequenzrahmen.

Für die Frequenzbestimmung wird derselbe Aluminiumrahmen eingesetzt wie bei der Ablotmethode. Der Aluminiumrahmen mit den Maßen 1 x 1 m wird durch das Spannen von Schnüren im Abstand von 10 cm in 100 Teilflächen zu 10 x 10 cm geteilt. Um den Abstand konstant zu halten, werden Löcher durch das Aluminiumprofil des Rahmens gebohrt. Die Schnüre werden durch die Löcher eingezogen und kreuzen sich somit in 100 Schnittpunkten. Die 10 cm hohen Füße an den Ecken des Rahmens heben ihn von der Vegetation ab (TRAXLER, 1998). In den 100 Teilflächen des Rahmens wird beobachtet, welche Pflanzenarten in der jeweiligen Teilfläche vorkommen. Das ist die Frequenz einer Art.



Bild 3: Verwendeter Rahmen von 1 m² mit den 100 Teilflächen (Meran 2000, Südtirol)

2.3 Deckungsgrad durch Abloten (1 m²)

Der Deckungsgrad im Frequenzrahmen (1 m²) wird durch Abloten festgestellt. Dabei wird ein Eisenstab mit einem Durchmesser von 5 mm an einer Schnur befestigt und an jedem der 100 Kreuze im Frequenzrahmen senkrecht abgelotet.

Der Eisenstab wird an den 100 Schnittpunkten abgesenkt. Dabei wird das entsprechende Objekt notiert: die lebenden Pflanzen, das abgestorbene Pflanzenmaterial oder der Boden. Das ergibt die Häufigkeiten der Pflanzen-, Bodenberührungen und die des abgestorbenen Materials.

2.4 Bodendichte (Lagerungsdichte)

Die Bodendichte gibt das Verhältnis von Gewicht zum Volumen an. Für ein gutes Pflanzenwachstum soll die Bodendichte den Wert 1,4 nicht übersteigen.

Auf den Versuchsflächen im Erosionsgebiet Meran 2000 werden mit einem Stechzylinder Proben aus der Tiefe von 0 - 5 cm und 5 - 10 cm entnommen, die Zylinder anschließend mit dem Inhalt ins Labor gebracht und dort bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Danach werden die Proben abgewogen und daraus die Dichte berechnet. Das Volumen der Zylinder ist mit 100 ml (40,5 mm Höhe, 56 mm Durchmesser) konstant und durch das unterschiedliche Trockengewicht kann die Dichte berechnet werden.

3 Ergebnisse - Meran 2000

Das Erhebungen wurden im Jahr 2003 von 8. August bis 11. August, im Jahr 2004 von 10. August bis 12. August und im Jahr 2005 von 1. August bis 3. August durchgeführt. Im Jahr 2003 wurde die Frequenz der Moose leider nicht erhoben.

3.1 Frequenzanalyse der Weideflächen und der Kontrollflächen

	Kontrollfläche 1						Kontrollfläche 2					
	Innen			Außen			Innen			Außen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
<i>Achillea millefolium</i>	53	70	81	56	63	50	59	77	71	86	84	92
<i>Agrostis capillaris</i>								2	4		1	
<i>Agrostis stolonifera</i>							42	91	83	9	18	20
<i>Avenella flexuosa</i>	66	78	86	42	47	37	26	31	56	41	42	50
<i>Calluna vulgaris</i>	3	4	8	7	2	1	1	24	33		6	11
<i>Campanula rotundifolia</i>		3	4	10	8	9	2	12	15		3	3
<i>Campanula scheuchzeri</i>		1	4	2	6	6		7	5			
<i>Carex sp.</i>			1	3	4	4		4	4			
<i>Cerastium alpinum</i>	2	4	6		2	12						
<i>Deschampsia cespitosa</i>	2	3	4							2	4	1
<i>Erigeron alpinus</i>		36	64									
<i>Erigeron sp.</i>	10											
<i>Euphrasia minima</i>	32	56	39	28	39	8	4	4	2	2	2	3
<i>Festuca ovina</i>				4	8	4						
<i>Festuca rubra agg.</i>	83	79	70	98	94	92	15	62	69	49	77	86
<i>Hieracium lactucella</i>	1	2	2					1	3			
<i>Hieracium pilosella</i>	1	1	5		1	1	4	8	6			1
<i>Lotus corniculatus</i>	5	8	6	33	24	28	4	8	5	19	20	27
<i>Luzula campestris</i>				10	10	7						
<i>Minuartia recurva</i>	2	1	4		1	2						
Moos		17	55		52	80		11	17		14	37
<i>Nardus stricta</i>	5	4	4				16	21	15			
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>							2	2	1			
<i>Poa alpina</i>	9	12	13	58	62	66		2	1		2	5
<i>Poa angustifolia</i>		1	1							1		
<i>Potentilla erecta</i>		2	2	1	2	3	2	5	5		2	4
<i>Pulsatilla vernalis</i>	2	1		2				1	1			
<i>Rumex acetosa</i>		3	5	14	17	14						
<i>Thesium alpinum</i>	1	2									2	1
<i>Thlaspi rotundifolium</i>												
<i>Thymus pulegioides</i>	1			13	15	18						
<i>Tofieldia calyculata</i>		1	1									
<i>Trifolium alpinum</i>	3	6	4				5	15	9	4	3	4
<i>Trifolium hybridum</i>	64	75	61	44	53	43	12	22	16	3	4	9
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>							7	23	32			
<i>Veronica fruticans</i>	2	3	6	5	3	5		1	1			
<i>Viola sp.</i>								5	4			2
Anzahl Arten	20	26	25	18	21	21	15	24	24	10	16	17

Tabelle 1: Entwicklung der Frequenz der verschiedenen Pflanzenarten und Anzahl der Arten im Quadratmeter auf den Kontrollflächen 1 und 2, Erosionsgebiet Meran 2000/Südtirol, August 2003, 2004 und 2005, Innen = eingezäunt, Außen = zur Beweidung freigegeben

Die Kontrollfläche 1 Innen (unbeweidet) zeigt eine Frequenzzunahme der Art *Achillea millefolium* (Innen von 53 bis 81), *Avenella flexuosa* (Innen von 66 bis 86), und *Euphrasia minima* (Innen von 32 bis 39) im Laufe der drei Jahre, während diese Arten in der unbeweideten Fläche abnehmen. Die Frequenz der Arten *Festuca rubra* agg. (Innen von 83 bis 70, Außen von 98 bis 92), *Lotus corniculatus* und *Trifolium hybridum* nehmen in beiden Bereichen ab, einzig *Poa alpina* nimmt in der beweideten als auch in der unbeweideten Fläche leicht zu (Innen von 9 bis 13, Außen von 58 bis 66).

Die Kontrollfläche 2 Innen (unbeweidet) zeigt wie die Fläche 2 Außen eine Zunahme der Frequenz im Laufe der drei Jahre bei allen Arten, z.B. *Achillea millefolium* (Innen von 59 bis 71, Außen von 86 bis 92), *Agrostis stolonifera* (Innen von 42 bis 83, Außen von 9 bis 20), *Avenella flexuosa* (Innen von 26 bis 56, Außen von 41 bis 50), *Festuca rubra* agg. (Innen von 15 bis 69, Außen von 49 bis 86), und *Trifolium hybridum* (Innen von 12 bis 16, Außen von 3 bis 9). Die Frequenz der meisten Arten nimmt in der unbeweideten Kontrollfläche stärker zu als in der beweideten Fläche, eine Ausnahme bildet die Art *Nardus stricta*, die in der unbeweideten Kontrollfläche geringfügig abnimmt.

	Kontrollfläche 3						Kontrollfläche 4					
	Innen			Außen			Innen			Außen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
<i>Achillea millefolium</i>	35	48	53	70	83	84	38	48	53	89	91	91
<i>Agrostis capillaris</i>											1	
<i>Avenella flexuosa</i>	5	6	11	4	18	22		1	1	3	7	10
<i>Calluna vulgaris</i>							1	2	3			
<i>Campanula rotundifolia</i>		1	5	1	2	2		1	10	1		1
<i>Carex sp.</i>		1						4	2		12	2
<i>Cerastium alpinum</i>					1	8		2	14	3	2	8
<i>Deschampsia cespitosa</i>				26	21	8	5	2	4			
<i>Euphrasia minima</i>	22	9	4	12	17	27	38	47	29	27	14	9
<i>Festuca rubra agg.</i>	100	97	98	100	100	100	97	100	100	99	100	100
<i>Hieracium pilosella</i>				1				2	1	1	3	7
<i>Lotus corniculatus</i>	19	17	10	16	7	1	36	28	20	16	22	23
<i>Luzula luzuloides</i>									2			
Moos		71	94		25	54		40	49		58	49
<i>Poa alpina</i>	65	62	57	40	37	37	3	4	2	28	26	33
<i>Poa angustifolia</i>										2	3	3
<i>Potentilla erecta</i>				3	4	3						
<i>Rumex acetosa</i>				27	31	43						
<i>Rumex acetosella</i>										10	33	47
<i>Stellaria graminea</i>							26	53	55			
<i>Thesium alpinum</i>							1	1	1			
<i>Thlaspi rotundifolium</i>												1
<i>Thymus pulegioides</i>									5			1
<i>Trifolium alpinum</i>				2	1	1						
<i>Trifolium hybridum</i>							48	73	52	36	43	34
<i>Trifolium pratense ssp. nivale</i>				4	5	7		6	4			
<i>Veronica fruticans</i>				1		1		4	8	4	6	6
Anzahl Arten	6	9	8	14	14	15	10	18	20	13	15	17

Tabelle 2: Entwicklung der Frequenz der verschiedenen Pflanzenarten und Anzahl der Arten im Quadratmeter auf den Kontrollflächen 3 und 4, Erosionsgebiet Meran 2000/Südtirol, August 2003, 2004 und 2005, Innen = eingezäunt, Außen = zur Beweidung freigegeben

Die Kontrollfläche 3 Innen (unbeweidet) sowie Fläche 3 Außen (beweidet) zeigen eine Frequenzzunahme der Art *Achillea millefolium* (Innen von 35 bis 53, Außen von 70 bis 84), *Avenella flexuosa* (Innen von 5 bis 11, Außen von 4 bis 22), und *Campanula rotundifolia* (Innen von 1 bis 5, Außen von 1 bis 2) im Laufe der drei Jahre. Die Frequenz der Arten *Euphrasia minima* (von 22 bis 4), *Lotus corniculatus* (Innen von 19 bis 10, Außen von 16 bis 1) und *Poa alpina* (Innen von 65 bis 57, Außen von 40 bis 37) nimmt ab. Die Fläche 3 Außen (beweidet) dagegen zeigt eine Zunahme bei der Art *Euphrasia minima* (von 12 bis 27) und *Rumex acetosa* (von 27 bis 43) auf. Die Frequenz von *Festuca rubra agg.* bleibt auf allen beiden Flächen annähernd gleich hoch (zwischen 97 und 100%).

Die Kontrollfläche 4 Innen zeigt eine Frequenzzunahme der Art *Achillea millefolium* (Innen von 38 bis 53, Außen von 89 bis 91), *Stellaria graminea* (Innen von 26 bis 55), *Trifolium hybridum* (Innen von 48 bis 52) und *Veronica fruticans* im Laufe der drei Jahre. Die Frequenz der Arten *Deschampsia caespitosa* (Innen von 5 bis 4), *Euphrasia minima* (Innen von 38 bis

29, Außen von 27 bis 9), *Lotus corniculatus* (Innen von 36 bis 20) und *Poa alpina* (Innen von 3 bis 2) nimmt ab. Die Fläche 4 Außen (beweidet) dagegen zeigt eine Zunahme bei der Art *Lotus corniculatus* (Außen von 16 bis 23), *Poa alpina* (Außen von 28 bis 33) und *Rumex acetosella* (Außen von 10 bis 47) und eine Abnahme bei *Trifolium hybridum* (Außen von 36 bis 34) im Laufe der drei Jahre. Die Frequenz von *Festuca rubra* agg. bleibt auch hier auf allen beiden Flächen gleich hoch bei 100%.

	Kontrollfläche 5					
	Innen			Außen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
<i>Achillea millefolium</i>	14	16	17	31	27	34
<i>Agrostis capillaris</i>	5	5	5			
<i>Avenella flexuosa</i>	10	26	40	12	21	38
<i>Calluna vulgaris</i>	2	4	9			
<i>Campanula rotundifolia</i>			1			
<i>Campanula scheuchzeri</i>						3
<i>Carex</i> sp.	2	2	1			
<i>Cerastium alpinum</i>				11	11	11
<i>Deschampsia cespitosa</i>			1			
<i>Euphrasia minima</i>	7	27	6	8	17	7
<i>Festuca rubra</i> agg.	97	98	94	98	99	98
<i>Geum montanum</i>	2	1	2			
<i>Hieracium pilosella</i>	4	5	9	5	6	9
Keimling			1			2
<i>Lotus corniculatus</i>	19	19	12	24	13	17
<i>Luzula campestris</i>				1	2	
Moos		92	90		90	79
<i>Phleum pratense</i>						1
<i>Poa alpina</i>	57	29	18	67	61	66
<i>Potentilla erecta</i>		2	2		1	2
<i>Pulsatilla vernalis</i>				7	4	7
<i>Rumex acetosella</i>		1	1	7	9	14
<i>Trifolium hybridum</i>	84	79	58	69	73	73
<i>Veronica fruticans</i>	3	5	13		2	10
Anzahl Arten	13	17	19	12	15	17

Tabelle 3: Entwicklung der Frequenz der verschiedenen Pflanzenarten und Anzahl der Arten im Quadratmeter auf den Kontrollfläche 5, Erosionsgebiet Meran 2000/Südtirol, August 2003, 2004 und 2005, Innen = eingezäunt, Außen = zur Beweidung freigegeben

Die Kontrollfläche 5 Innen (unbeweidet) sowie die Fläche Außen zeigen eine Frequenzzunahme der Art *Achillea millefolium* (Innen von 14 bis 17, Außen von 31 bis 34), *Avenella flexuosa* (Innen von 10 bis 40, Außen von 12 bis 38), *Calluna vulgaris* (Innen von 2 bis 9), *Hieracium pilosella* (Innen von 4 bis 9, Außen von 5 bis 9) und *Veronica fruticans* (Innen von 3 bis 13, Außen von 2 bis 10) über die Jahre. Die Frequenz der Arten *Euphrasia minima* (Innen von 7 bis 6, Außen von 8 bis 7), *Lotus corniculatus* (Innen von 19 bis 12, Außen von 24 bis 17), *Poa alpina* (Innen von 57 bis 18) und *Trifolium hybridum* (Innen von 84 bis 58) nimmt ab.

Die Fläche 5 Außen dagegen zeigt eine Zunahme bei der Art *Trifolium hybridum* (Außen von 69 bis 73) und *Rumex acetosella* (Außen von 7 bis 14) auf. Die Frequenz von *Poa alpina* bleibt ausnahmsweise auf dieser beweideten Fläche gleich im Bereich von 66%. *Festuca rubra* agg. schwankt auf beiden Flächen geringfügig zwischen 94 und 99%.

Die Frequenzanalyse wird bei den Weidekontrollflächen auf Meran 2000 im Jahr 2003 zum ersten Mal durchgeführt, wobei die Abzäunung einige Wochen vor der Aufnahme errichtet worden ist. Im Jahr 2005 sind die Versuchsflächen schon fast drei Vegetationsperioden der unterschiedlichen Nutzung ausgesetzt.

Um einen besseren Überblick über die Frequenzaufnahmen zu erlangen, wird eine grafische Darstellung der Mittelwerte der Kontrollflächen ausgewählter Arten über die Jahre versucht.

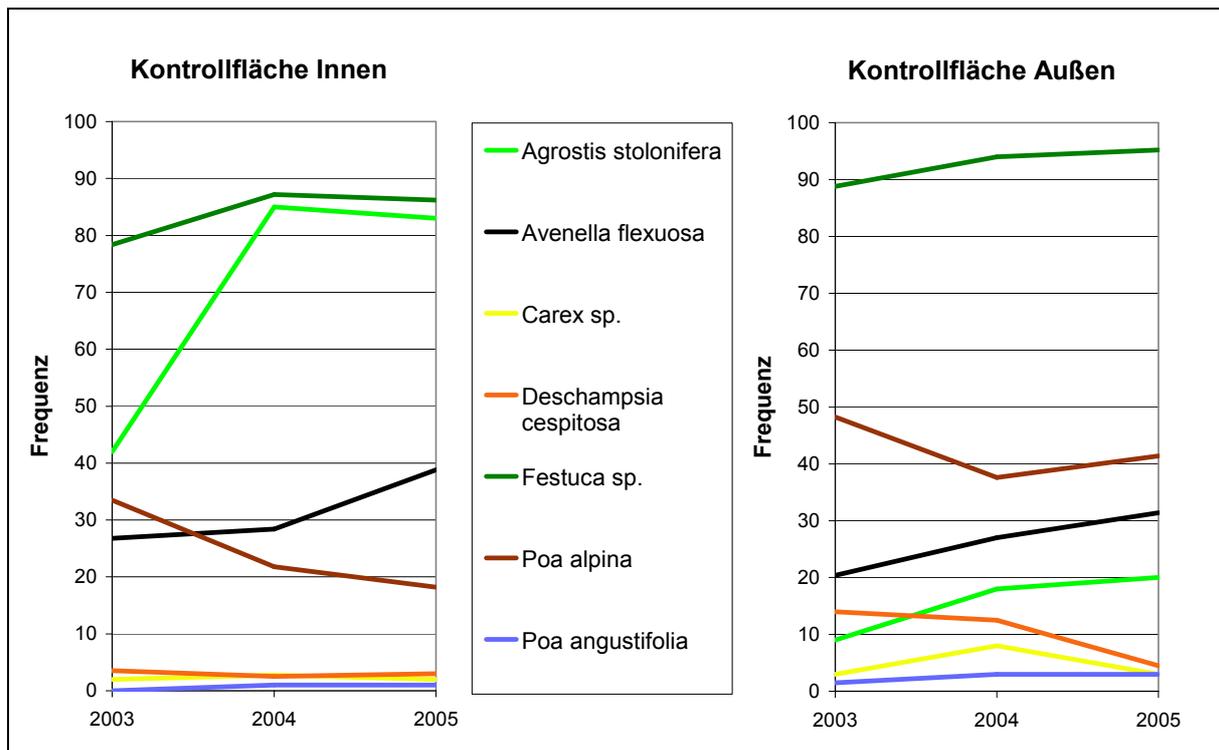


Diagramm 1: Entwicklung des Mittelwertes der Frequenz ausgewählter Gräser im Quadratmeter der Frequenzaufnahme auf Meran 2000/Südtirol, Innen = eingezäunt und unbeweidet, Außen = zur Beweidung freigegeben

Die Mittelwerte der Frequenz über die fünf Kontrollflächen zeigen deutliche Unterschiede bei der Betrachtung ausgewählter Gräser. Bis auf die Arten *Agrostis stolonifera* und *Avenella flexuosa* weisen die Gräserarten in den Kontrollflächen Außen (beweidet) höhere Frequenzen als die unbeweideten Flächen auf.

Durch die Beweidung steigt die Frequenz der Gräserarten, nur die Frequenz von *Poa alpina*, *Deschampsia caespitosa* und *Carex* sp. hat abgenommen. Ähnliche Tendenzen weisen aber auch die unbeweideten Flächen auf, somit ist diese Abnahme nicht auf die Beweidung zurückzuführen.

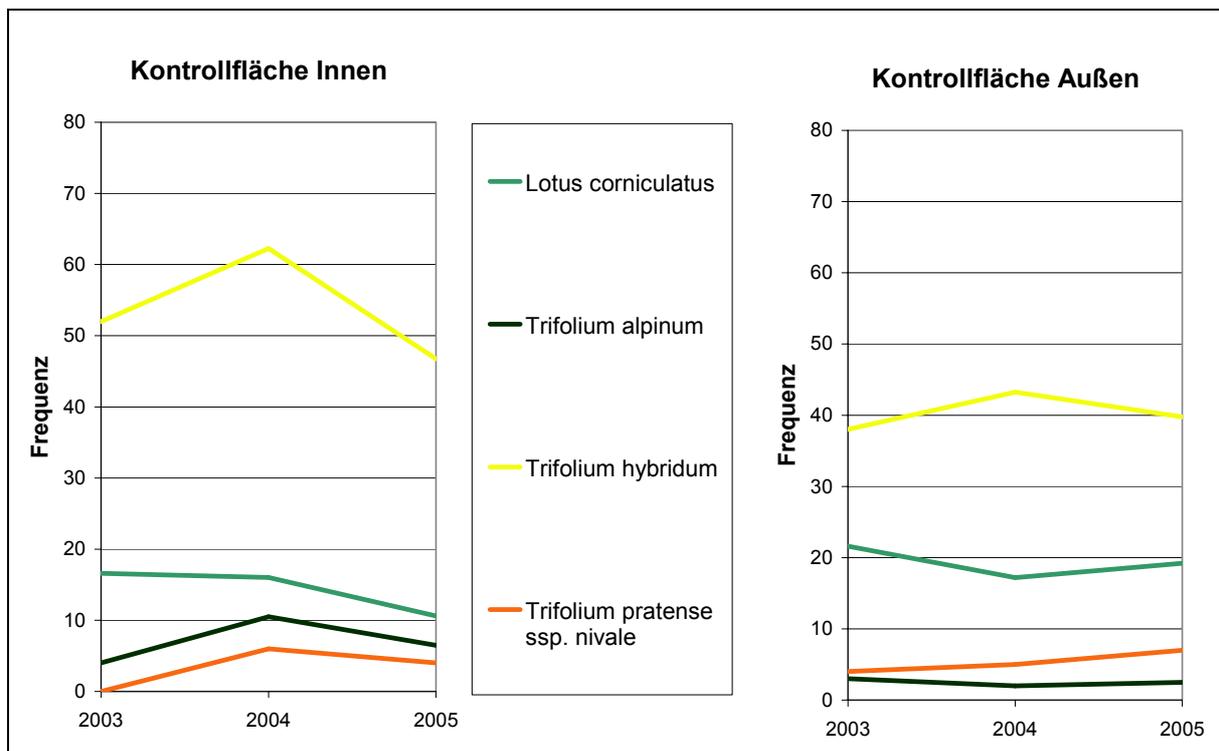


Diagramm 2: Entwicklung des Mittelwertes der Frequenz ausgewählter Leguminosae im Quadratmeter der Frequenzaufnahme auf Meran 2000/Südtirol, Innen = eingezäunt und unbeweidet, Außen = zur Beweidung freigegeben

Die Mittelwerte der Frequenz über die fünf Kontrollflächen zeigen Unterschiede bei der Betrachtung der Leguminosae. Die Arten *Trifolium hybridum* und *Trifolium alpinum* weisen auf den Flächen Außen (beweidet) geringere Frequenzen als bei den unbeweideten Kontrollflächen auf, die Art *Lotus corniculatus* dagegen höhere Frequenzen.

Durch die Beweidung kommt es im Durchschnitt zu einer geringfügigen Zunahme der Frequenz von Leguminosae, nur die Art *Lotus corniculatus* hat abgenommen. Auf den unbeweideten Flächen nimmt auch *Trifolium hybridum* ab.

Insgesamt sind die Frequenzen der Leguminosae in den beweideten Flächen geringer als in der unbeweideten Kontrollfläche.

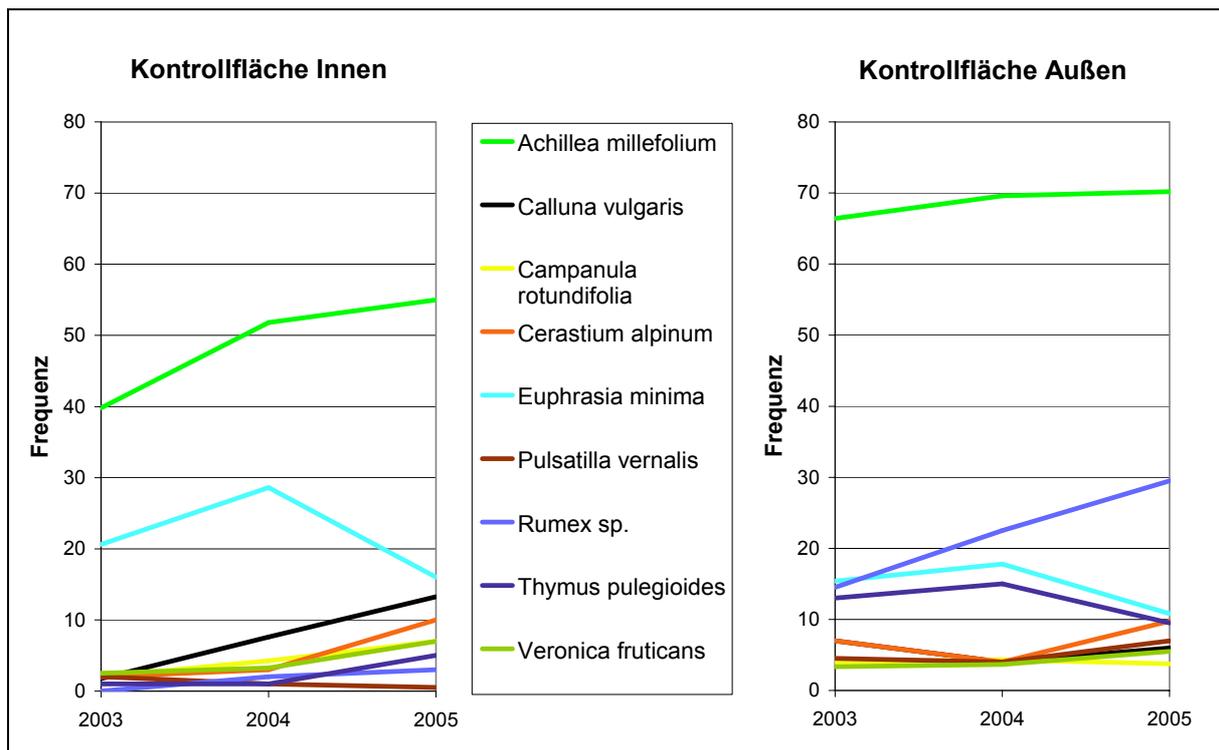


Diagramm 3: Entwicklung des Mittelwertes der Frequenz ausgewählter Kräuter im Quadratmeter der Frequenzaufnahme auf Meran 2000/Südtirol, Innen = eingezäunt und unbeweidet, Außen = zur Beweidung freigegeben

Die Mittelwerte der Frequenz in den fünf Kontrollflächen zeigen Unterschiede bei der Betrachtung ausgewählter Kräuter. Die Arten *Achillea millefolium*, *Thymus pulegioides* und *Pulsatilla vernalis* weisen auf den Flächen Außen (beweidet) höhere Frequenzen als bei den unbeweideten Kontrollflächen auf, die Arten *Euphrasia minima* und *Calluna vulgaris* dagegen geringere.

Durch die Beweidung kommt es im Durchschnitt zu einer Abnahme der Frequenz von Kräutern, nur die *Rumex*- Arten haben stark zugenommen. Auf den unbeweideten Flächen nehmen bis auf die Art *Euphrasia minima* alle Arten zu. Die Beweidung fördert die Zunahme von Weideunkräutern, die spezialisiert sind, offene, trockene sandige Böden zu besiedeln.

Die Frequenzanalyse zeigt somit mit freiem Auge geringe Unterschiede zwischen den unbeweideten (Innen) und den beweideten (Außen) Kontrollflächen auf, ob diese Unterschiede statistisch signifikant sind, wird nun mit dem Kruskal-Wallis-Test untersucht.

Statistik für Test ^{a,b}

	Frequenz gesamt	Frequenz eingesäter Arten	Frequenz nicht eingesäter Arten	Anzahl der Arten
Chi-Quadrat	3,134	2,575	1,066	0,625
df	1	1	1	1
Asymptotische Signifikanz	0,077	0,109	0,302	0,429

a Kruskal-Wallis-Test

b Gruppenvariable: Frequenz, Anzahl der Arten

Tabelle 3: Errechneter Chi² Wert - Chi², Freiheitsgrade - df und asymptotische Signifikanz der statistischen Auswertung für Frequenz gesamt, eingesäte und nicht eingesäte Arten und Anzahl der Arten in den Flächen Innen (eingezäunt und unbeweidet) und Außen (beweidet), SPSS, Meran 2000, Jahre 2003-2005

Das Signifikanzniveau von 5% und einem Freiheitsgrad ergeben aus der Tabelle für die Chi²-Verteilung einen kritischen Chi²-Wert (Chi²_{krit}) von 3,841. Der errechnete Chi²-Wert ist bei allen Variablen der Frequenz und der Artenanzahl kleiner als der kritische und somit wird die H₀ angenommen. Es gibt somit statistisch gesehen keine signifikanten Unterschiede bei der Beobachtung der Weidekontrollflächen Innen und Außen in Bezug auf die Frequenzen und der Artenanzahl.

Mittlerer Rang	Frequenz gesamt	Frequenz eingesäter Arten	Frequenz nicht eingesäter Arten	Anzahl der Arten
Innen	234	86,2	148,6	16,77
Außen	257	98,8	159,0	14,23

Tabelle 4: Mittlere Ränge bezüglich der Frequenz gesamt, eingesäte und nicht eingesäte Arten und Anzahl der Arten der Weidekontrollflächen Innen (eingezäunt und unbeweidet) und Außen (beweidet), SPSS, Meran 2000, Jahre 2003-2005

- Die Reihenfolge der Frequenz gesamt, sowie der eingesäten und nicht eingesäten Arten im untersuchten Quadratmeter ist laut Tabelle der mittleren Ränge folgende: Flächen Außen > Flächen Innen.
- Die Reihenfolge der Anzahl der Arten im untersuchten Quadratmeter ist laut Tabelle der mittleren Ränge folgende: Flächen Innen > Flächen Außen.

Dies bedeutet, dass die unbeweideten Kontrollflächen niedrigere Frequenzen aber höhere Artenanzahlen als die beweideten Flächen in Bezug auf die eingesäten bzw. nicht eingesäten

Arten aufweisen, der Unterschied ist statistisch nicht signifikant, hat aber im Laufe der drei Jahre zugenommen.

Die Anzahl der eingewanderten Pflanzenarten liegt auf den unterschiedlichen Flächen über die Jahre zwischen 1 und 19. Vergleichsdaten von anderen Untersuchungen zur Einwanderung auf Meran 2000 zeigen im Durchschnitt an die 19 Arten (BOSCOLO 2005).

Um noch genauer auf den Unterschied der Frequenz einzugehen, wird eine statistische Auswertung bezogen auf einzelne Arten, die sowohl auf den beweideten sowie auf den unbeweideten Flächen vorkommen, durchgeführt.

	Statistik für Test ^{a,b}			Mittlerer Rang	
	Chi-Quadrat	df	Asymp. Sig.	Innen	Außen
Achillea millefolium	5,405	1	0,020	11,77	19,23
Agrostis capillaris	4,118	1	0,042	5,00	1,50
Agrostis stolonifera	3,857	1	0,050	5,00	2,00
Avenella flexuosa	0,000	1	0,983	15,04	14,97
Calluna vulgaris	0,000	1	1,000	9,00	9,00
Campanula rotundifolia	0,378	1	0,539	11,30	9,70
Campanula scheuchzeri	0,000	1	1,000	4,50	4,50
Carex sp.	2,767	1	0,096	6,17	9,90
Cerastium alpinum	0,139	1	0,710	7,40	8,30
Deschampsia cespitosa	1,177	1	0,278	5,93	8,25
Euphrasia minima	0,691	1	0,406	16,83	14,17
Festuca sp.	2,223	1	0,136	13,13	17,87
Hieracium pilosella	0,381	1	0,537	11,77	10,15
Lotus corniculatus	2,694	1	0,101	12,87	18,13
Minuartia recurva	0,370	1	0,543	3,33	2,50
Moos	0,006	1	0,940	10,60	10,40
Poa alpina	4,380	1	0,036	11,25	17,75
Poa angustifolia	2,250	1	0,134	2,00	4,25
Potentilla erecta	0,067	1	0,796	9,36	8,75
Pulsatilla vernalis	5,700	1	0,017	3,10	7,38
Rumex acetosa	4,048	1	0,044	1,50	5,50
Rumex acetosella	4,048	1	0,044	1,50	5,50
Thesium alpinum	0,540	1	0,462	3,70	4,75
Thymus pulegioides	1,379	1	0,240	2,25	4,13
Trifolium alpinum	5,507	1	0,019	8,92	4,08
Trifolium hybridum	2,435	1	0,119	14,75	10,25
Trifolium pratense ssp. nivale	0,088	1	0,767	2,75	3,17
Veronica fruticans	0,006	1	0,939	10,40	10,60
Viola sp.	1,500	1	0,221	2,50	1,00

a Kruskal-Wallis-Test

b Gruppenvariable: jeweilige Art

Tabelle 5: Errechneter Chi² Wert - Chi², Freiheitsgrade - df und asymptotische Signifikanz der statistischen Auswertung und Mittlere Ränge unterschiedlicher Arten in den Flächen Innen (eingezäunt und unbeweidet) und Außen (beweidet), SPSS, Meran 2000, Jahre 2003-2005

Das Signifikanzniveau von 5% und einem Freiheitsgrad ergeben aus der Tabelle für die Chi²-Verteilung einen kritischen Chi²-Wert (Chi²_{krit}) von 3,841. Der errechnete Chi²-Wert ist bei den rot gekennzeichneten Chi-Quadrat Werten größer als der kritische und somit wird die H₀ dort abgelehnt. Es gibt somit statistisch gesehen bei diesen Arten signifikante Unterschiede bei der Beobachtung der Weidekontrollflächen Innen (unbeweidet) und Flächen Außen (beweidet) in Bezug auf die Frequenz über die Jahre 2003, 2004 und 2005.

- Die Reihenfolge der Frequenz von *Achillea millefolium*, *Poa alpina*, *Pulsatilla vernalis*, *Rumex acetosa* und *Rumex acetosella* ist laut Tabelle der mittleren Ränge folgende: Flächen Außen (beweidet) > Flächen Innen (unbeweidet).
- Die Reihenfolge der Frequenz von *Agrostis capillaris*, *Agrostis stolonifera* und *Trifolium alpinum* ist laut Tabelle der mittleren Ränge folgende: Flächen Innen (unbeweidet) > Flächen Außen (beweidet).

Somit weisen die Pflanzenarten *Achillea millefolium*, *Poa alpina*, *Pulsatilla vernalis*, *Rumex acetosa* und *Rumex acetosella* signifikant höhere Frequenzen in den beweideten Flächen auf, dagegen zeigen die Arten *Agrostis capillaris*, *Agrostis stolonifera* und *Trifolium alpinum* signifikant höhere Frequenzen bei den unbeweideten Kontrollflächen. Die restlichen 21 Arten zeigen statistisch gesehen keine Unterschiede zwischen den beweideten und den unbeweideten Flächen. Stark zugenommen haben auf den beweideten Flächen die Frequenz der Arten *Rumex acetosa* und *Rumex acetosella*.

3.2 Deckungsgrad

Jahr	Kontrollfläche 1						Kontrollfläche 2					
	Innen			Außen			Innen			Außen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Bodenberührungen	3	4	2	7	23	29	15	0	0	27	15	15
Abgestorbenes Material	4	1	3	12	6	6	35	4	4	24	8	18
Pflanzenberührungen	93	95	95	81	71	65	50	96	96	49	77	67

Jahr	Kontrollfläche 3						Kontrollfläche 4					
	Innen			Außen			Innen			Außen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Bodenberührungen	4	9	8	1	7	6	2	0	3	9	9	7
Abgestorbenes Material	8	4	5	8	14	18	3	7	7	10	5	2
Pflanzenberührungen	88	87	87	91	79	76	95	93	90	81	86	91

Jahr	Kontrollfläche 5					
	Innen			Außen		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Bodenberührungen	4	9	8	1	7	6
Abgestorbenes Material	8	4	5	8	14	18
Pflanzenberührungen	88	87	87	91	79	76

Tabelle 6: Deckungsgrad ermittelt durch Abloten im Quadratmeter der Frequenzaufnahme auf Meran 2000/Südtirol, August 2003, 2004 und 2005, Innen = eingezäunt und unbeweidet, Außen = zur Beweidung freigegeben

Die Deckung zeigt nach drei Weideperioden auch im Jahr 2005 Unterschiede zwischen den Kontrollflächen Innen (unbeweidet) und Außen (beweidet) auf. Auf den **unbeweideten** Kontrollflächen hat die Anzahl der Pflanzenberührungen im Vergleich zur ersten Untersuchung im Jahr 2003 zugenommen und zeigt Werte zwischen 87 und 95 auf. Die **beweideten** Kontrollflächen liegen im Jahr 2004 bei der Anzahl der Pflanzenberührungen zwischen 65 und 76 von 100 möglichen, nur die Kontrollfläche 4 Außen (beweidet) liegt mit dem Wert 91 im Bereich der unbeweideten Flächen.

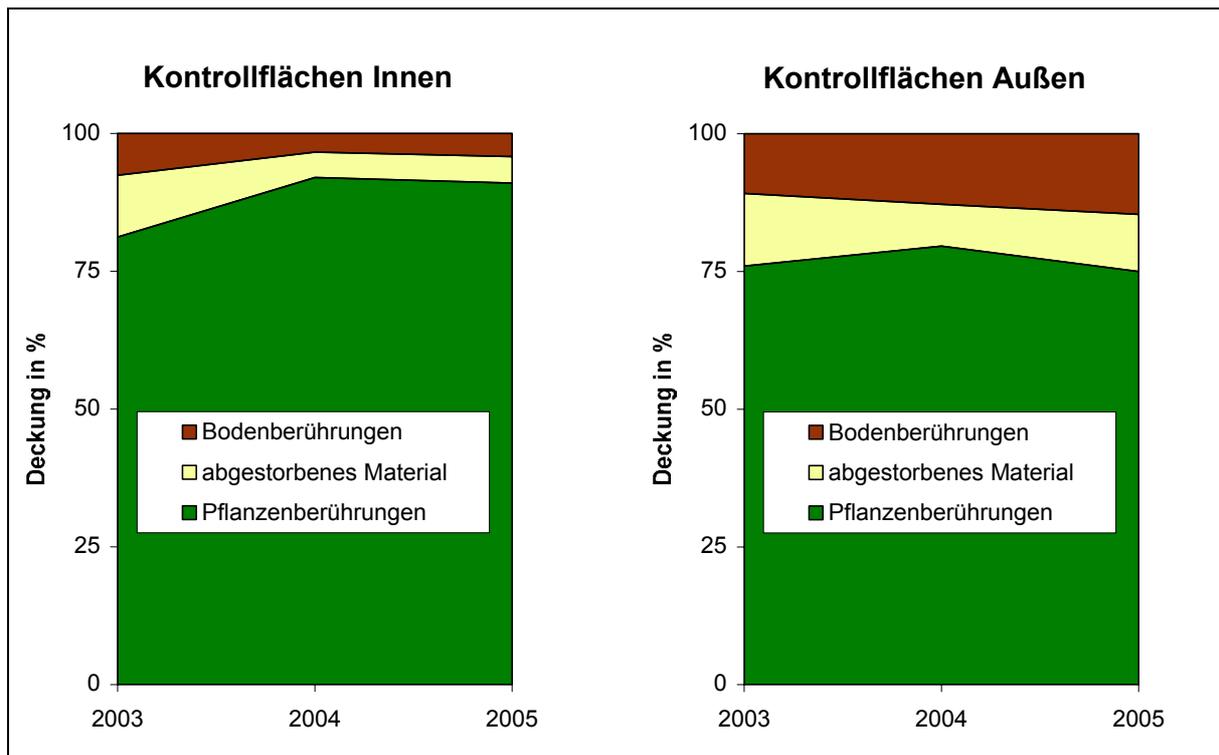


Diagramm 4: Entwicklung des Mittelwerts des Deckungsgrad ermittelt durch Abloten im Quadratmeter der Frequenzaufnahme auf Meran 2000/Südtirol, Innen = eingezäunt und unbeweidet, Außen = zur Beweidung freigegeben

Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass auf den beweideten Flächen die offenen Stellen (Bodenberührungen) im Vergleich zu den unbeweideten Flächen stark zugenommen haben.

Der Mittelwert des Deckungsgrades bei der Anzahl der Pflanzenberührungen liegt im Jahr 2004 und 2005 bei den unbeweideten Kontrollflächen bei 92 bzw. 93 und bei den beweideten Kontrollflächen bei 80 bzw. 75. Im Vergleich zu den Untersuchungen aus dem Jahr 2002 (BOSCOLO, 2005) sank der Deckungsgrad, erhoben durch die Anzahl Pflanzenberührungen im Frequenzrahmen, mit einem Mittelwert von 98% bei allen nicht beweideten Flächen um bis zu 15 Pflanzenberührungen.

Die statistische Auswertung des Deckungsgrades über alle Jahre wird mit einem nicht parametrischen Testverfahren durchgeführt.

Statistik für Test ^{a,b}

Deckungsgrad durch Abloten	Pflanzen-berührungen	Boden-berührungen	Abgestorbenes Material
Chi-Quadrat	11,181	8,597	6,674
df	1	1	1
Asymptotische Signifikanz	0,001	0,003	0,01

a Kruskal-Wallis-Test

b Gruppenvariable: Berührungen

Tabelle 7: Errechneter Chi² Wert – Chi², Freiheitsgrade – df und asymptotische Signifikanz der statistischen Auswertung für die Deckung ausgedrückt durch Pflanzen-, Bodenberührungen und abgestorbenes Material der Flächen Innen und Außen (SPSS), Meran 2000, Jahre 2003-2005

Das Signifikanzniveau von 5% und einem Freiheitsgrad ergeben aus der Tabelle für die Chi²-Verteilung einen kritischen Chi²-Wert (Chi²_{krit}) von 3,841. Die errechneten Chi²-Werte sind größer als der kritische und somit wird die H₀ bei allen unterschiedlichen Deckungsgraden abgelehnt. Es sind somit statistisch gesehen signifikante Unterschiede im Deckungsgrad der beweideten und der nicht beweideten Flächen vorhanden.

Mittlerer Rang - Deckungsgrad durch Abloten	Pflanzen-berührungen	Boden-berührungen	Abgestorbenes Material
Innen	20,87	10,80	11,37
Außen	10,13	20,20	19,63

Tabelle 8: Mittlere Ränge bezüglich des Deckungsgrades der Flächen Innen und Außen (SPSS), Meran 2000, Jahre 2003-2005

- Die Reihenfolge des Deckungsgrades mit Pflanzenberührungen ist laut Tabelle der mittleren Ränge folgende: Flächen Innen >> Flächen Außen.
- Die Reihenfolge des Deckungsgrades mit Bodenberührungen und abgestorbenen Material ist laut Tabelle der mittleren Ränge folgende: Flächen Außen >> Flächen Innen.

Die statistischen Untersuchungen haben gezeigt, dass es zwischen den Flächen Innen (unbeweidet) und Außen (beweidet) nach zweieinhalb Jahren bzw. mehr als zwei Weideperioden signifikante Unterschiede gibt. Die beweideten Flächen außerhalb der Umzäunung schneiden bezogen auf die Vegetationsdeckung sehr viel schlechter ab, die offenen, vegetationsfreien Flächen haben über die Jahre zugenommen. Im Gegensatz dazu hat auf den unbeweideten Flächen die Vegetationsdeckung über die Jahre zugenommen und die vegetationsfreie Fläche abgenommen. Auch optisch sind die Unterschiede zwischen den beweideten und den unbeweideten Flächen im Jahr und auch über die Jahre sehr gut erkennbar (siehe Bildanhang).

3.3 Bodendichte

Jahr	Tiefe	Kontrollfläche 1		Kontrollfläche 2		Kontrollfläche 3		Kontrollfläche 4		Kontrollfläche 5	
		Innen	Außen								
2003	0-5 cm	1,24	1,23	0,83	1,20	1,30	1,09	1,79	1,55	0,96	1,04
2003	5-10 cm	1,37	1,23	0,76	1,08	1,51	1,70	1,72	1,67	1,36	1,26
2004	0-5 cm	0,96	1,40	1,04	1,07	1,15	1,10	1,38	1,33	0,73	0,97
2004	5-10 cm	1,60	1,39	0,51	1,12	1,60	1,33	1,89	1,46	0,97	0,88
2005	0-5 cm	1,20	1,19	0,69	1,07	1,30	1,03	1,39	1,47	1,04	0,94
2005	5-10 cm	1,53	1,36	0,84	1,23	1,35	1,27	1,82	1,64	1,01	1,37

Tabelle 9: Dichte [g/cm³] in den unterschiedlichen Tiefen und Weidekontrollflächen auf Meran 2000/Südtirol, Juli 2003, 2004 und August 2005, Innen = eingezäunt und unbeweidet, Außen = zur Beweidung freigegeben

Die Bodendichte zeigt nach einigen Wochen Beweidung im Jahr 2003, nach eineinhalb Jahren (2004) und nach zweieinhalb Jahren (2005) keine eindeutigen Tendenzen zwischen den Kontrollflächen Innen (unbeweidet) und Außen (beweidet) auf. Zuerst wird eine Betrachtung der Mittelwerte der Bodendichte über den Untersuchungszeitraum, der unterschiedlichen Tiefenstufen (0-5 und 5-10 cm) und der Unterscheidung beweidet (außen) und nicht beweidet (innen) vorgenommen.

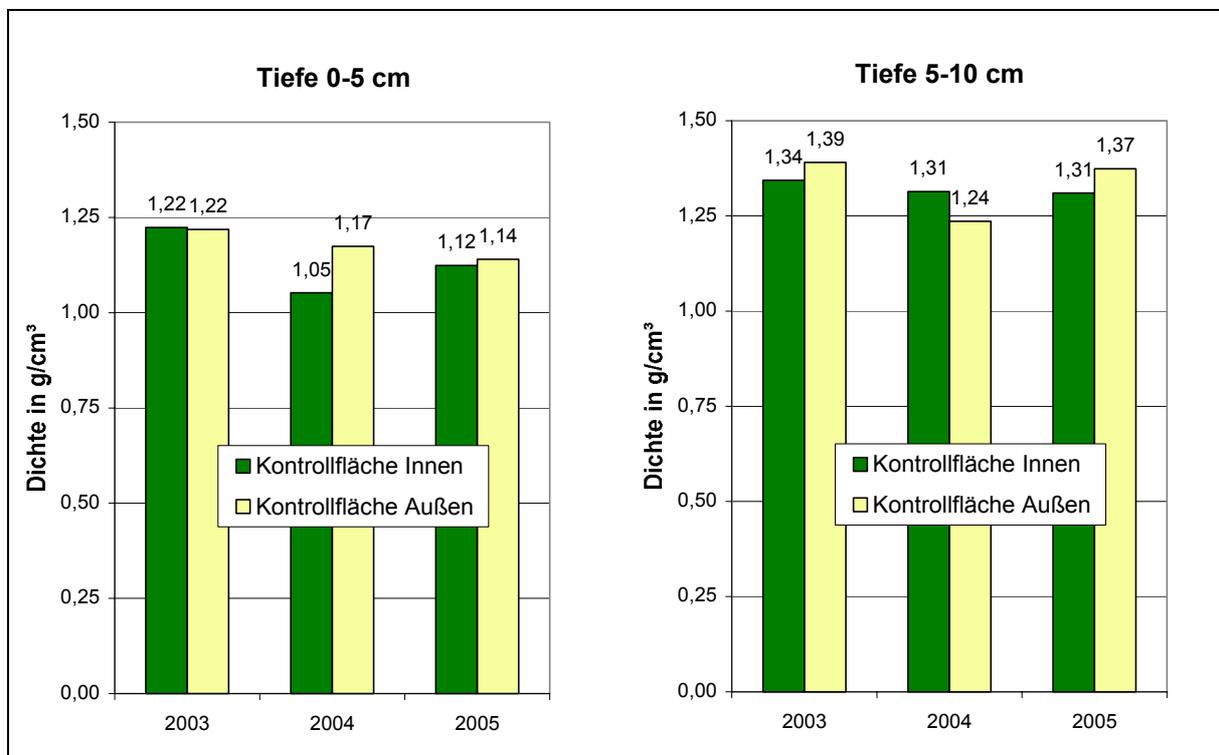


Diagramm 5: Mittelwerte der Dichte [g/cm³] in den unterschiedlichen Tiefen und Weidekontrollflächen über die Jahre auf Meran 2000/Südtirol, Innen = eingezäunt, Außen = zur Beweidung freigegeben

Die Darstellungen zeigen, dass sich die Dichte über die Jahre nicht gleich verhalten hat. Die Unterschiede in den Bodendichten in den Tiefenstufen 0-5 cm und 5-10 cm auf begrünten Flächen wurden auch bei Untersuchungen am Tanaser Berg festgestellt. Die Böden mit natürlicher Vegetationsbedeckung zeigen mit Werte von 0,53 bis 0,99 g/m³ um einiges niedrigere Werte auf (MARKART et. al., 2005).

Trotz dieser sehr ähnlichen Mittelwerte wird eine nicht parametrische statistische Auswertung durchgeführt.

Statistik für Test ^{a,b}

	Dichte 0-5 cm	Dichte 5-10 cm
Chi-Quadrat	0,269	0,155
df	1	1
Asymptotische Signifikanz	0,604	0,694

a Kruskal-Wallis-Test

b Gruppenvariable: Bodendichte über die Jahre 2003 bis 2005

Tabelle 10: Errechneter Chi² Wert - Chi², Freiheitsgrade - df und asymptotische Signifikanz der statistischen Auswertung für die Bodendichte (Verhältnis von Masse zum Volumen) der Flächen Innen und Außen (SPSS), Meran 2000

Das Signifikanzniveau von 5% und einem Freiheitsgrad ergeben aus der Tabelle für die Chi²-Verteilung einen kritischen Chi²-Wert (Chi²_{krit}) von 3,841. Der errechnete Chi²-Wert ist kleiner als der kritische und somit wird die H₀ angenommen. Es sind somit statistisch gesehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bodendichten beweideter und nicht beweideter Flächen weder bei der Dichte der ersten 5 cm Tiefe, noch zwischen 5 und 10 cm Tiefe über die Jahre vorhanden.

Mittlerer Rang	Dichte in 0-5 cm	Dichte in 5-10 cm
Innen	14,67	16,13
Außen	16,33	14,87

Tabelle 11: Mittlere Ränge bezüglich der Bodendichte der Weidekontrollflächen Innen und Außen (SPSS), Meran 2000, 2003-2005

- Die Reihenfolge der Dichte bezogen auf die Tiefe von 0-5 cm ist laut Tabelle der mittleren Ränge folgende: Flächen Außen > Flächen Innen.
- Die Reihenfolge der Dichte bezogen auf die Tiefe von 5-10 cm ist laut Tabelle der mittleren Ränge folgende: Flächen Innen > Flächen Außen.

Die statistischen Untersuchungen haben gezeigt, dass es zwischen den Flächen Innen (unbeweidet) und Außen (beweidet) keine statistisch signifikanten Unterschiede nach drei Jahren gibt. Die Flächen außerhalb der Umzäunung weisen bezogen auf die Tiefe von 0-5 cm im Durchschnitt höhere Dichten als die Flächen innerhalb der Umzäunung, also die nicht beweideten Flächen auf, in der Tiefe von 5 bis 10 cm weisen dagegen die nicht beweideten Flächen im Durchschnitt höhere Dichten auf. Die Kontrollflächen 3 Innen und 4 Innen und Außen zeigen nach 3 Untersuchungsjahren in den beiden Tiefenstufen 0-5 cm und 5-10 cm zu hohe Dichten für ein gutes Pflanzenwachstum auf. Pflanzen gedeihen optimal bei Bodendichten unter 1,4 g/m³ (sehr geringe bis geringe Lagerungsdichte).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine Beweidung der begrünten Flächen im Inneren Kuhleitengraben auf Meran 2000 nach 4 Wochen (Öffnung des Weidezauns im Juli 2003) keine statistischen Unterschiede zu den unbeweideten Flächen ergibt, weder in Hinsicht auf die Frequenz der vorkommenden Arten, noch auf den Deckungsgrad mit Abloten, noch auf die Bodendichte.

Eine Beweidung der begrünten Flächen im Inneren Kuhleitengraben auf Meran 2000 über drei Vegetationsperioden von 2003 bis 2005 zieht für die Artenzahl, der Frequenz und der Dichte eine geringfügige Änderung nach sich, der Deckungsgrad wird durch die Beweidung stark negativ beeinflusst und ist im Vergleich zur unbeweideten Kontrollfläche signifikant niedriger, was bei einem Extremereignis einen beginnenden Erosionsprozess verursachen könnte.

Einzelne Pflanzenarten werden durch die Beweidung gefördert die Frequenz von *Achillea millefolium*, *Poa alpina*, *Pulsatilla vernalis*, *Rumex acetosa* und *Rumex acetosella* nimmt zu, dagegen weisen die Arten *Agrostis capillaris*, *Agrostis stolonifera* und *Trifolium alpinum* auf den unbeweideten Flächen eine signifikant höhere Frequenz nach drei Weideperioden auf.

4 Literaturverzeichnis

BOSCOLO V., 2005: Erosionsschutz über der Waldgrenze - Vergleich verschiedener Ansaatmethoden und begrünter Flächen im Erosionsgebiet Meran 2000 – Südtirol. Diplomarbeit am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau an der Universität für Bodenkultur, Wien.

GRAISS W., 2000: Erosionsschutz über der Waldgrenze - Vergleich verschiedener Ansaatmethoden mit Heu und Deckfrucht. Diplomarbeit am Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie an der Universität für Bodenkultur, Wien.

FLORINETH F., H.P. RAUCH, 2005: Studienblätter zur Vorlesung Ingenieurbiologie. Eigenverlag des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien.

FLORINETH F., 2004: Pflanzen statt Beton - Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik, Patzer Verlag Berlin-Hannover, 282 S.

MARKART G., B. KOHL, R. STARNBERGER und W. GALLMETZER, 2005: Einfluss der Beweidung von begrünten Erosionsflächen oberhalb der Waldgrenze am Tanaser Berg bei Eyrs auf Boden und Oberflächenabfluss, Endbericht, Innsbruck.

TRAXLER A., 1997: Handbuch des vegetationsökologischen Monitoring-Methoden. Monographien / Umweltbundesamt, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Verlag Umweltbundesamt, Wien.

WALDNER A., 1999: Erosionsschutz oberhalb der Waldgrenze – Vergleich verschiedener Ansaatmethoden mit Stroh als Mulchschicht. Diplomarbeit am Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie an der Universität für Bodenkultur, Wien.

5 Bildnachweis



Bild 4: Kontrollfläche 1 Innen im August 2005, Innerer Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)



Bild 5: Kontrollfläche 1 Außen im August 2005, Innerer Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)



Bild 6: Kontrollfläche 2 Innen im August 2005, Innerer Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)



Bild 7: Kontrollfläche 2 Außen im August 2003, Inneren Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)



Bild 8: Kontrollfläche 2 Außen im August 2005, Innerer Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)



Bild 9: Kontrollfläche 3 Innen im August 2005, Innerer Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)



Bild 10: Kontrollfläche 3 Außen im August 2003, Inneren Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)



Bild 11: Kontrollfläche 3 Außen im August 2005, Innerer Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)



Bild 12: Kontrollfläche 4 Innen im August 2005, Innerer Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)



Bild 13: Kontrollfläche 4 Außen im August 2005, Innerer Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)



Bild 14: Kontrollfläche 5 Innen im August 2005, Innerer Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)



Bild 15: Kontrollfläche 5 Außen im August 2003, Inneren Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)



Bild 16: Kontrollfläche 5 Außen im August 2005, Innerer Kuhleitengraben (Meran 2000, Südtirol)